

地球磁場逆転と古環境並びに有孔虫群集変化との関係について

著者	新妻 信明
号	224
発行年	1970
URL	http://hdl.handle.net/10097/23481

氏 名・(本籍)	新 妻 信 明
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 博 第 2 2 4 号
学位授与年月日	昭和 4 5 年 3 月 2 5 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
研究科専門課程	東北大学大学院理学研究科 (博士課程)地学専攻修了
学 位 論 文 題 目	地球磁場逆転と古環境並びに有孔虫群集変化との 関係について
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 浅 野 清 教 授 畑 井 小 虎 教 授 岩 井 淳 一

論 文 目 次

I はじめに	a) 酸素同位体比について
II 地球磁場の変動について	b) 試料
III 地球磁場逆転の影響	c) 酸素同位体比の測定
IV 試 料	d) 測定結果
a) 試料採集用ルートを選定	VII 有孔虫群集の変化
b) 堆積状態および堆積速度	a) 生物群集の変化
c) 試料の採取	b) 処理法
V 地球磁場逆転の細部様相	c) 有孔虫群集の一般的特徴
a) 測定方法	d) 有孔虫群集の解析法
b) 古地球磁場の強度の推定	e) 底生有孔虫群集の解析結果
c) 測定結果	f) 浮遊性有孔虫群集の解析結果
VI 堆積環境の変化	IX 結 論
a) 堆積環境の推定について	
b) 分析方法	Appendix 1
c) 分析結果	自動粒度分析機について
VII 酸素同位体比による古水温の変化	I はじめに

- Ⅱ 従来の粒度分析法についての問題点
- Ⅲ 従来の粒度組成解析法の問題点
- Ⅳ 自動粒度分析機
 - a) 自動粒度分析機作製の目的
 - b) 分別装置
 - c) 粗粒部分析機
 - d) 細部分析機
- V 沈降速度の測定

Appendix 2

陸奥湾底質の自動粒度分析機による解析

- I はじめに
- Ⅱ 試料
- Ⅲ 分析法
- Ⅳ 分析結果
 - a) 粒径に関する頻度分布曲線について
 - b) 陸奥湾底質の粒度組成による区分
 - c) 分析結果の解析
- V 結論

Appendix 3

残留磁気測定値の計算処理

- I はじめに
- Ⅱ 計算処理
 - a) 処理の概要
 - b) 計算式
 - c) 電子計算機用プログラム

Appendix 4

生物群集解析のための統計処理

- I はじめに
- Ⅱ 生物群集解析のための統計処理
- Ⅲ 計算処理
 - a) 「元村の面」による解析
 - b) 因子分析法
- Ⅳ 電子計算機用プログラム

引用文献

論 文 内 容 要 旨

生物進化の要因や機構については、C. Darwin 以来、生物学、古生物学の分野で多くの研究がなされてきた。古生物学の分野では、化石の記録による進化の記述がなされ、それにもとづいて要因や機構に関する仮説がたてられてきた。しかし、これらは何れも個体レベルの化石の形態から推定したものであり、飼育実験による検証が殆んど不可能なので、生物学の分野での新しい知見を導入することが困難な状態である。また、古生物学の分野からの進化についての要因論や機構論は、化石が生育していた環境や時間的経過に関する情報が貧弱であり、もしあっても化石自身を使ってそれらの情報を推定していた場合が多いので、進化による形態変化と環境による形態変異との分離ができず、循環論に陥りがちであった。

このような資料や方法論上の制約があり、また、生命現象の結果しか扱えないという大きな障害がある一方、地質学・古生物学の分野においての生物進化の研究は、物理学、化学や生物学では対象とし難い長時間の経過を研究の対象にできるという独特な利点をもっている。この時間の活用には大きく分けて2つの立場があろう。まず、第一は、地質学で扱える莫大な時間経過そのものを利用する方法であり、地球上の生物の変遷史や大進化についての研究はこの立場にたっているといえよう。第二の立場は物理学・化学や生物学で扱っている時間単位を念頭に、できるだけそれに近づけて、地層に残された記録を読もうとする立場である。生物進化の機構についての古生物学的検討を生物学のそれに近い次元で行なうためには第二の立場が必要である。速い堆積速度をもつ堆積岩中に絶対年代測定による時間のコントロールがあれば、100～1,000 年単位の時間の解読も不可能ではなく、第二の立場での研究が可能になる。

最近、地球磁場の逆転の事実が明らかになるとともに、火山岩の残留磁気層序に絶対年代の目もりがつけられ (Cox ら, 1963)、さらに火山岩から得られた過去の磁極逆転の層序が深海底堆積物の残留磁気 (Opdyke ら, 1966) や陸上に露出する堆積岩の残留磁気 (中川・新妻・早坂, 1969) にも同じようにみとめられることが判ってきた。地球磁場の逆転はその機構から考えて汎世界的であるはずであり、逆転の層準は汎世界的な同時面であることから、火山岩で測定された逆転の層準の絶対年代を適用して、堆積岩にも絶対時間の尺度を入れることが可能になった。

一方、地球磁場は現在の地球の地球物理学的現象を大きく支配しているので、地球磁場が逆転した時に地球に起きた現象を知ることは、単に地球物理学的に重要な意味を持つばかりでなく、生物学的にも突然変異や生物の進化にまつった関係を知る上できわめて重要だと考えられる。従来の資料によると、地球磁場の強度が零になった場合、地球上の生物に対する全放射線量の増加は現在の地球磁場強度における線量の3～12%にすぎないと考えられている (Black, 1967)。この量では生物の突然変異の誘発率を 10^{-4} 程度増加させるにすぎず、地球磁場の逆転のときに地球磁場強度が零になったとしても、地球上の生物の大きな変化は期待できない。しかし、深海底の堆

積物の残留磁気とその堆積物に含まれる化石を検討した結果によると、化石種の絶滅や化石群集の変化と地球磁場の逆転とは互いに関係があると報告されている (Harrison and Funnell, 1964 ; Opdyke ら, 1966 ; Hays ら, 1969)。

本論においては、前に述べた第二の立場に立って、房総半島北部に分布する新生代第四系・上総層群中の国本層中部にある Matuyama 磁極期と Brunhes 磁極期との境界 (0.69m. y. B. P.) の地球磁場逆転の層準を研究の対象とした。この地域では、この磁極期境界は連続して堆積した厚いシルト岩の下部にあり、このシルト岩の中部には、房総半島北部地域において広く追跡できる K_{u2} と名付けられた凝灰岩鍵層があるので、対象とした層準の層位学的位置づけが明確にできる。また、この層準のシルト岩はスランピングや層内褶曲などの乱堆積現象を示さず、変質もうけておらず、残留磁気の強度が強く、安定であり、地磁気層位から堆積速度の推定ができ (30 cm/1,000年), 有孔虫・放散虫・珪藻やココリスなどの化石も比較的多く含む等々、この研究に適した条件をそなえていることが予察的研究で判っていた。

試料の採集には地質学および古生物学において、実際に扱える最小時間単位をとらえることを念頭におき、古地磁気測定のためには Matuyama と Brunhes 磁極期の境界を含む 40m の層準範囲を 1 m ごとに、境界部にまたがる 4 m の範囲を 10 cm ごとに、さらに境界部 1 m の範囲を連続して 35 mm きざみに試料を採集し測定した。また、境界部 4 m の範囲を 35mm から 40 cm の間隔で試料を採取し、それらの粒度組成と有孔虫群集の解析を行なった。さらに 20 cm ~ 50 cm 間隔で得られた試料に含まれる有孔虫殻の酸素同位体比を測定した。試料は、新鮮で野外での原方位が正確に記録され、一定の形と大きさに統一され、しかもその層準が cm オーダーの精度でおさえられる必要があるので、携帯用コアラーを使用して、地層面に直角に採取された。

このように、それぞれ独立した手法で、この層準範囲における堆積時の堆積相、生物相および水温の時間的変遷をたしかめ、それと地球磁場逆転の経過との関係を検討した。

古地磁気の測定は、無磁場中で測定試料を 3 軸方向に回転させながら交流消磁をして不安定な磁気成分を除いた後、無定位型磁力計で行なわれた。測定値の解析はすべて電子計算機で行なわれ、古地球磁場の強度の推定には、飽和残留磁気と堆積残留磁気との比率が使われた。

粒度組成の分析は、自動粒度分析機によって行ない、それによってえられた粒径に関する頻度分布曲線と含泥率を解析して、堆積環境の変化を推定した。

有孔虫群集の解析は、底生種群集と浮遊性種群集それぞれについて行なわれた。解析法は、因子分析による群集構成の解析と、「元村の面」(新妻, 1968) による群集構造形態の解析とであり、これらはすべて電子計算機を使用して行なった。

古水温を推定するための酸素同位体比の測定には、それぞれ生息状態の異なることがわかっている有孔虫種すなわち、浮遊性で現在暖流系を代表する *Pulleniatina obliquiloculata*, 浮遊性で現在寒流系を代表する *Globigerina pachyderma*, 底生種の *Melonis barleeanus* の 3 種 (いずれも炭酸石灰殻をもつ) をえらび、それらの個体を同一試料中から別けてひろい出し、同位体比測定用

試料を作った。この試料をヘリウムガス中で処理して残存有機物を焼却した後、リン酸と反応させて炭酸ガスを得て、Urey・Nier 型の同位体比用質量分析計にかけて、炭酸ガス中の酸素同位体比を測定した。

以上のような解析を行なった結果、次のような結論がえられた。

- 1) 地質学や古生物学の記録は対象と方法によっては約100年ごとの時間単位で検討することも可能である。この研究で扱った地球磁場の逆転の層準では約 300 年位の精度で汎世界的な時間面をとらえることができる。
- 2) Matuyama と Brunhes 磁極期の境界における地球磁場の逆転は 4700 年間で完結した。この逆転に際しては、地球磁場の強度は零にならず、みかけの磁気北極はほぼ東経 120° の子午線上を現在の南極の位置から北上した。この近傍の地球磁場の強度は約7,000年周期で変化していて、その極大値は極小値の約 3 倍程度である。この地球磁場強度が小さくなった時に逆転が起った。
- 3) ここで扱った試料の堆積環境は、酸素同位体比によって測定した表層水と底層水との温度勾配からみて、約 200 ~ 300 m の水深と推定できる。粒度組成の変化からは、約 7,000 年の周期で水深の変化があることがわかった。しかしながら、この水深の変化はここで確かめられた地球磁場逆転の経過と直接の関係は示さない。
- 4) 古水温に関しては、海底と寒流系の水塊において、地球磁場が逆転する約1,000 年前にそれぞれ、一時的に 3℃ 低下したことがわかった。暖流系の水塊においてはこのような変化はみとめられない。
- 5) 底生有孔虫群集は堆積環境における深度変化と対応する約7,000年周期の群集変化を示すが、地球磁場逆転と直接関連した変化をみとめることはできなかった。
- 6) 浮遊性有孔虫群集の変化は地球磁場の逆転と関連がある。すなわち、*Globigerina pachyderma* の浮遊性有孔虫群集中の個体数比が逆転前では30%なのに、逆転後は65%に増加する。この変化は、粒度組成を手がかりとした環境の変化や古水温の変化とは対応していない。浮遊性有孔虫群集の構造形態の解析の結果から判断して、この浮遊性有孔虫群集の変化は地球磁場逆転の影響が水塊・海流系の変化（この地域における寒流系の強化）としてあらわれたものの反映と解釈するのに十分な根拠がある。

末尾に本研究で、(1)堆積物の粒度組成を解析するのに使用した自動粒度分析機について、(2)堆積物の堆積環境推定のための資料として使用した陸奥湾の底質の解析について、(3)古地磁気の測定値処理および(4)生物群集の統計解析に使用した電子計算機用プログラムについてをそれぞれ Appendix として付記した。

論文審査結果の要旨

現在、地球科学の分野で最も問題になっている現象として、地球磁場の逆転ということがある。これは過去においても、しばしば生じており従来、地質学や古生物学では、このことはほとんど未開発の分野となっていたが、新妻信明は、これを解明するためにあらゆる領域科学の知識を取り入れて、正確な層位学の基礎の上にたった研究を行ったわが国最初の論文である。

本研究では、まず、地質学や古生物学の分野で従来から常に問題になっていた世界的な同時面がどの程度の精度で追跡できるかという問題から出発しており、領域科学の知識を取り入れることによって300年単位の精度で追跡可能であることを明かにした。

また、地球磁場の逆転に伴って、過去において海流系が変化したことも、いくつかの証拠をあげたことは、過去の地球上の諸現象を解釈していく上に非常に重要な内容を提供している。

次に堆積学的にも、従来行われている分析法や解析法を根本的に再考察し、自ら新しい分析機を考察することによって、新しい解析法を作り出し、現在の海の底質分析にそれらの方法を適用して、速やかに、かつ正確に行えることを確めた上で、過去の地層分析に適用している。このことは堆積学を新しく発展させ、流体力学を取り入れた解明をすることが可能になったことを意味するものである。

次に地球化学的には、日本で初めて、地層中の石灰質殻を使用して、酸素同位体比を測定、これから、その当時の古水温を算出している。このことは、古生態学を一步、前進させることにより、従来の単なる推定より、数学的な根拠を提供させたことになる。

また、生物群集の解析にあたっては、電子計算機を使用して統計的な処理をしたほか、その構造形態の分類についても、新しい多くのグラフ記載と解析法を考察している。

以上、新妻信明提出の論文は、幾多の領域科学を、地質学、古生物学の研究に、具体的にとり入れて解明をしたことに意義があり、理学博士の学位論文として合格と認める。